

ciente para llevar la carga total de cada uno de los cuatro pies de la pila y su propio peso, se introducirá en el terreno dos pilas circulares de tubos dobles para la circulación de solución fría, de manera que limite en su interior un bloque cilíndrico más extenso que el macizo á obtener. Se hará en seguida congelar el terreno alrededor de este bloque y se vaciará al abrigo de una ataguía circular, á pala y en seco, todo el interior del bloque helado hasta la roca viva. Es suficiente, en fin, rellenar cada uno de los agujeros así abiertos con hormigón, para obtener los cuatro macizos fundados sobre la roca que deben formar el asiento de la pila.

El resto de los trabajos del primer proyecto está evaluado en 95.000 libras esterlinas por macizo anular, ó 380.000 libras para toda la cimentación de la pila.

En el procedimiento por congelación, estas cifras se reducirán respectivamente en 57.500 libras por macizo y 230.000 por pila.—O.

PILOTES.—FÓRMULAS Y RESULTADOS PRACTICOS

M. Levy ha publicado un interesante estudio sobre la cuestión del *rechazo* de los pilotes. Se sabe que se da el nombre de rechazo á la cantidad de pilote que ha penetrado en el terreno por la acción de un determinado número de golpes de machina.

El rechazo, al cual debe llegarse en la hincada de los pilotes, depende, en principio, de la carga que se les quiera imponer y que no debe pasar de 30 á 40 kilogramos por centímetro cuadrado, á fin de evitar el quebrantamiento de las fibras de la madera. (El General Morin, en su *Resistencia de los materiales* señala 30 á 35 kilogramos solamente.)

Según Claudel, un pilote de 0,23 metros de diámetro no debe ser cargado más de 25.000 kilogramos, y un pilote de 0,33 metros de diámetro más de 50.000 kilogramos, ó sea próximamente 60 kilogramos por centímetro cuadrado de la sección del pilote; estas cargas son consideradas como grandes máximos. En este caso, el rechazo es de 4,5 milímetros por andanada de 25 golpes de machina de 300 kilogramos, cayendo de 1,30 metros, ó de 10 milímetros próximamente por andanada de 10 golpes de una machina de 600 kilogramos, cayendo de 3,60 metros de altura; lo que equivale, próximamente, á una andanada de 30 golpes de la misma machina de 600 kilogramos cayendo solamente de 1,20 metros de altura.

En el puente de Neuilly, los pilotes tenían que soportar hasta 52.000 kilogramos para un diámetro de 0,325 metros; se cesó la hincada cuando la penetración no era más que de 4,5 milímetros por andanada de 25 golpes de una machina, cayendo de 1,40 metros.

Para pilotes poco cargados, 8.000 á 10.000 kilogramos para 33 centímetros de diámetro, se puede admitir un rechazo de 3, 4 y 5 centímetros, con las andanadas precedentes, á condición de que los pilotes estén en un buen suelo. Estas cifras convienen igualmente para los pilotes de los andamios.

Según Sganzi, citado por Tom Richard, la experiencia y la práctica de los grandes trabajos conducen á considerar un pilote como llegado á un terreno susceptible de resistir una carga permanente de 25.000 kilogramos, cuando este pilote no se introduce más que 1 centímetro por andanada de 10 golpes de una machina de 600 kilogramos, cayendo de 3,60 metros, ó por andanada de 30 golpes de una machina del mismo peso, cayendo de 1,20 metros.

En los trabajos ordinarios es suficiente, según Hugueuin, hincar los pilotes con una machina de 400 kilogramos, y si entonces, después de una andanada de 15 á 20 golpes, el pilote se introduce de 1,3 centímetros próximamente, puede soportar 17,5

toneladas. En práctica, se continua la hincada, con un ariete de 400 kilogramos, hasta que el pilote no se introduce más de 5 á 8 centímetros por 2 ó 3 andanadas sucesivas.

Hay algún peligro en querer obtener, como se hace frecuentemente, un rechazo muy débil; es una pérdida de tiempo y un riesgo de quebrar los pilotes en el interior del suelo; la quebradura en este caso es más peligrosa por lo mismo que no es aparente.

En un libro sobre la construcción de estacadas, M. Falster, Ingeniero americano, hace constar que frecuentemente la mitad de los pilotes son quebrados ó hendidos por la línea á una profundidad inferior á 2,50 metros; lo más frecuentemente, la quebradura tiene la forma de una cuña que penetra en la parte inferior del pilote, algunas veces es en forma de silbato; rara vez la rotura de dos secciones opuestas es recíproca. Frecuentemente también la punta del pilote se rompe cuando encuentra una parte rocosa. No es necesario, pues, alcanzar un rechazo excesivo, y frecuentemente los pliegos de condiciones contienen prescripciones sobre este punto. El autor indica, que en el nuevo puente de Orleans, los pilotes de las cimbras se quebraron para un rechazo de 20 milímetros, siendo así que el presupuesto preveía un rechazo de 7 milímetros. La experiencia ha demostrado que un rechazo de 9,5 milímetros da toda seguridad para un pilote de 0,30 metros, que debe soportar 27 toneladas. Es bueno anotar muy exactamente la marcha del descenso, que debe ser uniforme.

M. Levy recuerda la fórmula usual para la determinación de la carga F á admitir para un pilote de peso p , golpeado por una machina de peso P con una altura de caída H , y determinando por cada golpe una penetración h . La carga F resulta de la teoría del choque y va afectada de un coeficiente práctico.

La fórmula de Poncelet es:

$$F = \frac{P^2 H}{(P + p) h} + (P + p).$$

Poncelet la afecta del coeficiente $\frac{1}{10}$, según los datos suministrados por Perronet. En 1858, Lapparent reconoció que se podía admitir únicamente $\frac{1}{15}$, en los terrenos fangosos de la Somme.

En Holanda se suprimió el segundo término de la fórmula, por otra parte poco importante, y se adopta el coeficiente $\frac{1}{6}$; esta fórmula ha sido adoptada para los pilotes de cimentación de las esclusas del Zuiderzée.

En el caso en que se emplean machinas automotoras, los Ingenieros americanos aplican una fórmula, que traducida al sistema métrico, con el centímetro por unidad es:

$$F = \frac{P H}{6 (h + 0,25)}.$$

Un gran número de constructores emplean la fórmula simplificada:

$$F = \frac{P H}{10 h},$$

que parece ofrece toda seguridad.

El autor del estudio al cual nos venimos refiriendo, en una parte de lo que precede, añade, que de los experimentos hechos en el puente de Orleans, resulta que se puede reducir el coeficiente de esta fórmula de 10 á 8.

Para calcular la resistencia de los pilotes y el peso de la machina que ha de introducirlos, Redtenbacher indica fórmulas más complejas que las que acaban de ser indicadas.—O.